Myiasis – Fliegenmadenkrankheit

Martin GRASSBERGER & Jens AMENDT

Abstract: **Myiasis**. Myiasis is defined as the infestation of live vertebrates (humans and/or animals) with dipterous larvae, which feed at least for a certain period of time on the host's dead or living tissue, liquid body substances or undigested food. The larvae may infest different organs or organ systems of humans and animals. In Middle European countries the most frequent myiases in humans are ophthalmomyiasis, urogenitalmyiasis, intestinalmyiasis and woundmyiasis. These myiases are caused by several diptera species from various native families (mainly Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae and Oestridae). The standard therapeutic approach consists of the removal of the larvae along with local antiseptic procedures and antibiotic treatment if necessary. Fly larvae which are the least invasive on live hosts have been used therapeutically to remove dead tissue from wounds and to promote healing.

Key words: Myiasis, Diptera, therapy.

Inhaltsübersicht

1. Einleitung

Vom medizinischen Standpunkt aus betrachtet sind die Zweiflügler (Diptera) die bedeutsamsten Insekten, obwohl die meisten der ca. 134.000 beschriebenen Arten für den Menschen gänzlich harmlos sind. Etwa 11.000 Arten gehören zu Familien, in denen die adulte weibliche Fliege (in manchen Fällen auch das Männchen) strukturell und physiologisch an eine blutsaugende Ernährungsweise angepasst ist. So ist es möglich, dass eine ganze Reihe von Erregern schwerer Krankheiten wie z. B. Malaria, Filariose, Onchozerkose, Leishmaniosen und afrikanische Trypanosomose übertragen werden können. Einige Dipterenarten haben jedoch

H. ASPÖCK (Hrsg.): Krank durch Arthropoden, Denisia **30** (2010): 427–438



Abb. 1: Urogenitalmyiasis bei einem Schaf durch Larven der Fleischfliege *Wohlfahrtia magnifica*. (Foto: M. Hall, Natural History Museum, London)

auch deshalb medizinische Bedeutung erlangt, da sie sowohl Aas, Abfälle und Exkremente als auch Nahrungsmittel des Menschen oder diverser Tiere aufsuchen und auf diese Weise als Überträger von pathogenen Keimen fungieren können (Greenberg 1971, Greenberg 1973, Olsen 1998, Hogsette & Farkas 2000, Graczyk et al. 2001). Bislang sind in adulten Fliegen über 100 pathogene Mikroorganismen nachgewiesen worden, die mit mehr als 65 human- und veterinärmedizinisch bedeutsamen Krankheiten in Verbindung gebracht werden (Förster et al. 2007).

Von zentraler Bedeutung für Human- und Veterinärmedizin sind die Gewohnheiten der parasitischen Arten, die sich auf oder in dem lebenden Wirt entwickeln können (Heukelbach et al. 2005, Stevens & Wallman 2006, Stevens et al. 2006, Cestari et al. 2007, Wall 2007). Dieser Zustand wird Myiasis, Fliegenmadenkrankheit oder umgangssprachlich Madenfraß genannt. Zumpt (1965) definierte Myiasis als die „Infestation lebender Menschen und Wirbeltiere durch Dipterenlarven, welche sich, zumindest für einen bestimmten Zeitraum, von abgestorbenem oder lebendem Gewebe, von Körperflüssigkeiten oder von aufgenommener Nahrung des Wirts ernähren."

Die verschiedenen Formen von Myiasis können auf zwei verschiedene Arten klassifiziert werden: erstens nach parasitologischen Kriterien aufgrund der Wirt-Parasiten-Beziehung und zweitens nach klinischen Gesichtspunkten, je nach infestiertem Körperteil des Wirtes. Die erste Einteilung vermittelt ein gutes Verständnis der Biologie der Fliegen und somit auch der Behandlung oder Prävention von Myiasen, die zweite erleichtert eine schnellere Identifikation der in Frage kommenden Spezies in der klinischen Praxis.

In einer parasitologischen Klassifikation können Myiasis verursachende Fliegen, je nach ihrer Beziehung zum Wirt, in zwei Kategorien eingeteilt werden: Obligate Parasiten, die sich ausschließlich auf lebenden Wirten entwickeln können und fakultative Parasiten, deren Larven entweder auf Aas, Fäkalien und Kompost oder auf lebenden Wirten heranwachsen können. Die fakultativen Arten können weiter in primäre, sekundäre oder tertiäre Myiasiserreger unterteilt werden, je nachdem, ob sie die Fähigkeit besitzen, Myiasis zu initiieren (primär), also selbst intakte Gewebeverbände schädigen können, oder ob sie nur als Myiasiserreger auftreten, wenn bereits andere Arten Myiasis initiiert haben (sekundär und tertiär) (Zumpt 1965).

2. Klinische Formen der Myiasis

Der Larvenbefall kann verschiedene Organe des Menschen bzw. Wirtes (Veterinärmedizin) betreffen. Je nach befallenem Organ unterscheidet man zwischen Ophthalmomyiasis (Augen), aurealer (Ohren), nasopharyngealer (Nase und Rachen), kutaner (Haut), intestinaler bzw. rektaler (Verdauungstrakt), urethraler (Harnwege) und vaginaler Myiasis. Bei Wundbefall wird von traumatischer Myiasis oder Wundmyiasis gesprochen. Die Form der sanguinivoren Myiasis, bei der Fliegenlarven als temporäre Ektoparasiten beim Menschen Blut saugen, kommt in Europa nicht vor.

Lupi (2003, 2006) diskutiert darüber hinaus die Myiasis-bedingte Möglichkeit der Verbreitung Prionen-assoziierter Erkrankungen.

2.1. Ophthalmomyiasis

Der Befall des Auges durch Fliegenlarven, die Ophthalmomyiasis, wird in eine innere (Ophthalmomyiasis interna) und eine äußere Form (O. externa) eingeteilt. Wenn die Vorderkammer des Auges betroffen ist, spricht man von Ophthalmomyiasis interna anterior und entsprechend beim Hinterabschnittsbefall von Ophthalmomyiasis interna posterior (Wölfelschneider & Wiedemann 1996). Es handelt sich um eine seltene Erkrankung. Die Bindehaut, der subkonjunktivale Raum, Sklera oder Tränendrüsen und -wege werden wesentlich häufiger befallen als das Augeninnere (Loewen 1976). Die Ophthalmomyiasis externa wird überwiegend von Larven der Familie Oestridae verursacht (Grammer et al. 1995), in Fällen von Ophthalmomyiasis interna fanden sich *Hypoderma*-Spezies (Huismans 1981).

2.2. Nasopharyngeale und aureale Myiasis

Bei diesen Formen der Myiasis werden die Nasenhöhle und der Rachenraum, in manchen Fällen auch die Nebenhöhlen, durch Fliegenlarven befallen (Lee et al. 2005). Durch die anatomische Lage ist eine Verge-

sellschaftung mit klinischen Symptomen der Ophthalmomyiasis möglich. Ist der äußere Gehörgang betroffen, spricht man von aurealer Myiasis.

2.3. Kutane Myiasis

Die kutane Myiasis, auch als dermale bzw. subdermale Myiasis bezeichnet, liegt vor, wenn obligat parasitische Arten in die vorher intakte Haut eindringen, umherwandern (migrieren) oder furunkuloide Läsionen erzeugen (*Cordylobia*, *Dermatobia*, *Gasterophilus* und *Hypoderma*). Zu der im Boden erfolgenden Verpuppung verlassen die Larven den Wirt. Der Übergang zur Wundmyiasis kann bei Auftreten einer Sekundärinfektion und der daraus folgenden Vergrößerung der Läsion fließend sein.

2.4. Intestinalmyiasis

Akzidentielle Infestationen mit Fliegenlarven können auftreten, wenn Eier oder Larven versehentlich zusammen mit der Nahrung verschluckt werden (DROMA et al. 2007). Nach ZUMPT (1965) sollten diese Fälle aber eher als „Pseudomyiasis" bezeichnet werden, da die aufgenommenen Larven in der Regel ohne weitere Entwicklung den Darmtrakt passieren. Eine echte Parasiten-Wirtsbeziehung sensu stricto, bei der ein Parasit zu seinem Wirt in einer engen Beziehung steht und auf dessen Kosten lebt, ist in solchen Fällen meist nicht gegeben. Grundsätzlich können alle an Nahrungsmitteln des Menschen vorkommenden Fliegenlarven oral aufgenommen und aufgrund ihrer unverdaulichen Chitinhüllen im Stuhl nachgewiesen werden, wobei in den meisten Fällen keine Schädigung des „Wirtes" zu erwarten ist.

2.5. Urogenitalmyiasis

Urogenitalmyiasis gehört zu den am seltensten vorkommenden Myiasen (DA SILVA et al. 2005). Dabei werden die Eier oder Larven des Erststadiums am Genitale abgelegt, von wo aus der Befall der Urethra oder der Vagina erfolgt (Abb. 1). In Mitteleuropa wurde z. B. *Sarcophaga argyrostoma* als Erreger von Vaginalmyiasis (ASPÖCK & LEODOLTER 1970) und *Muscina stabulans* sowie *Fannia canicularis* als Erreger von urethraler Myiasis beschrieben (ASPÖCK 1972a, ASPÖCK et al. 1972).

2.6. Wundmyiasis

Die Wundmyiasis (auch traumatische Myiasis genannt) stellt in der Regel eine Sonderform der kutanen Myiasis dar. Bei dieser in Mitteleuropa regelmäßig auftretenden Form werden Fliegenweibchen, vor allem aus den Familien Calliphoridae und Sarcophagidae, durch den Geruch bakterieller Prozesse infizierter Wunden angelockt, um anschließend Eier, oder wie im Falle der Sarcophagidae, Larven abzusetzen. Die heranwachsenden Larven ernähren sich zunächst von abgestorbenem Gewebe und Wundexsudat, können aber in der Folge gesundes Gewebe schädigen (Abb. 2, 3).



Abb. 2: Wundmyiasis an einem Schafsbein sowie im Kopf/Augenbereich eines (lebenden!) Schafes durch Larven der Fleischfliege *Wohlfahrtia magnifica*. (Fotos: M. HALL, Natural History Museum, London)



Abb. 3: Wundmyiasis an offenen Unterschenkelgeschwüren einer Diabetikerin in schlechtem Pflegezustand.

Eine nach dem klinischen Erscheinungsbild orientierte Einteilung der Myiasis, die auch die Parasit-Wirt-Beziehung berücksichtigt, sowie die in Frage kommenden Familien und Genera zeigt Tab. 1.

3. Familien Myiasis verursachender Dipteren

Als Erreger von Myiasis des Menschen konnten bisher etwa 80 Dipterenarten festgestellt werden (ASPÖCK 1970). In Mitteleuropa werden als häufigste Myiasisformen beim Menschen die Ophthalmomyiasis, die Urogenitalmyiasis, die Intestinalmyiasis und die Wundmyiasis beobachtet. Als Erreger dieser Parasitosen können mehrere Dipterenarten aus verschiedenen heimischen Familien der Calliphoridae (Schmeißfliegen), Sarcophagidae

Tab. 1: Klassifikation der Myiasis. Die in Frage kommenden Familien und Genera sind alphabetisch angeführt und deren Status als obligater (o) oder fakultativer (f) Myiasiserreger entsprechend vermerkt (nach Hall & Smith 1995).

Gruppe und Untergruppe	Art der Infestation	Genera/Familien
Kutane Myiasis		
Blutsaugende oder sanguinivore Myiasis	Larven heften sich an die Haut und beißen oder saugen Blut	*Auchmeromyia* (Calliphoridae) (o), Tabanidae (f), Therevidae
Furunkuläre Myiasis	Larven penetrieren in die Haut und verursachen furunkuläre Schwellungen	*Cordylobia* (Calliphoridae) (o), *Dermatobia* (Oestridae) (o), *Wohlfahrtia* (Sarcophagidae) (o)
„Creeping" Myiasis	Larven wandern in der Epidermis, vollenden ihre Entwicklung im Menschen jedoch nicht	Oestridae (Hypodermatinae und Gasterophilinae) (o)
Wund- oder traumatische Myiasis	Larven entwickeln sich in Wunden	Calliphoridae (o/f), Fanniidae (f), Muscidae (f), Phoridae (f), Sarcophagidae (o/f)
Körperhöhlen-Myiasis		
Nasopharyngeale, aurikuläre, Lungen- und Ophthalmomyiasis	Eier oder Larven werden an Ohr, Augen und Nase abgelegt.	Calliphoridae (o/f), Muscidae (f), Oestridae (alle vier Unterfamilien) (o), Phoridae (f), Sarcophagidae (o/f)
Akzidenzielle Myiasis		
Intestinale Myiasis	Larven werden versehentlich verschluckt oder wandern in das Rektum ein	Anisopodidae, Calliphoridae, Drosophilidae, Ephydridae, Fanniidae, Micropezidae, Muscidae, Phoridae, Piophilidae, Psychodidae, Sarcophagidae, Sepsidae, Stratiomyidae, Syrphidae, Therevidae, Tipulidae (alle fakultativ)
Urogenitale Myiasis	Fliegen werden von infiziertem Gewebe oder verschmutzter Kleidung angelockt	Anisopodidae, Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae, Sarcophagidae, Scenopinidae (alle fakultativ)

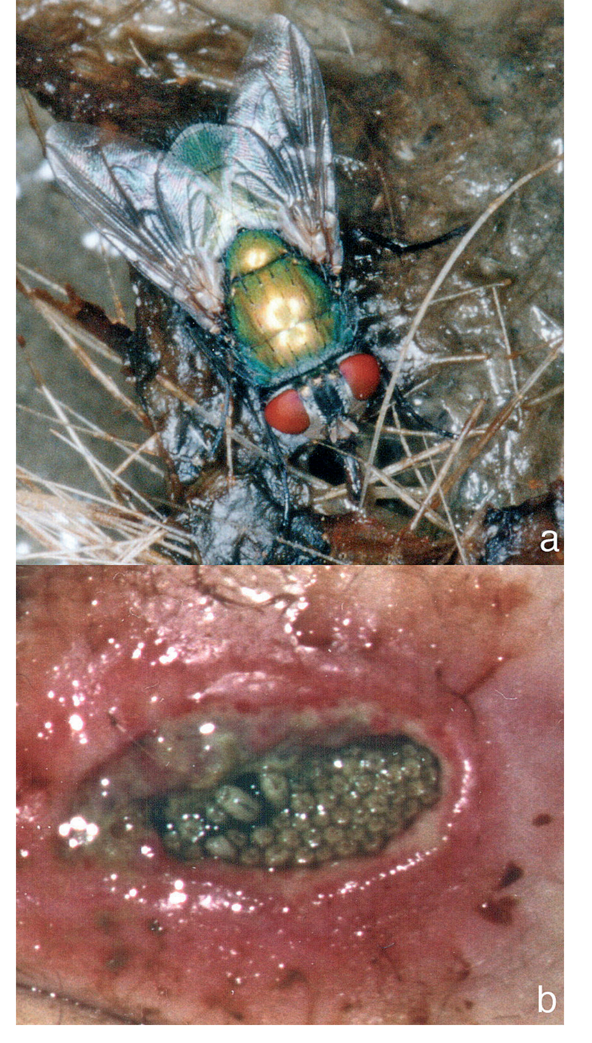


Abb. 4: (**a**) Seidengoldfliege (*Lucilia sericata*). (**b**) Bündel von *L. sericata* Larven in tiefer Wunde. Die Larven nehmen über die Atemöffnungen (Hinterstigmen) am hinteren Körperende Sauerstoff auf.

(Fleischfliegen), Muscidae (Echte Fliegen), Fanniidae und Oestridae (Dassel- oder Biesfliegen) in Frage kommen.

3.1. Calliphoridae (Schmeißfliegen)

Die Familie der Calliphoridae beinhaltet einige Arten der obligaten Myiasiserreger, welche am Menschen die gesamte Larvenentwicklung durchlaufen können, wie z. B. *Cordylobia anthropophaga* (Tumbu Fliege), *Cochlyomyia hominivorax*[1], *Chrysomya bezziana* und *Auchmeromyia luteola*. Abgesehen von diesen ausschließlich außerhalb Europas vorkommenden Arten finden sich in dieser Familie auch die wichtigsten fakultativ parasitischen Erreger der Wundmyiasis in Mitteleuropa (Bisdorff & Wall 2006). Importierte Fälle von Myiasis, verursacht durch exotische Spezies werden aber, nicht zuletzt durch den starken internationalen Flugreiseverkehr, auch in unseren Breiten immer wieder beobachtet und müssen daher in differentialdiagnostische Überlegungen einbezogen werden. Aufgrund ihrer Vorliebe für abgestorbenes Gewebe wurden die Larven einiger Vertreter der Calliphoridae in Kriegszeiten als Hilfsmittel zur Wundreinigung genutzt. Eine therapeutische Option, der in den letzten Jahren wieder vermehrt Aufmerksamkeit zuteil wurde (siehe Kapitel „Madentherapie" – Fliegenlarven in der Wundbehandlung).

[1] Der Artname „*hominivorax*" (Menschenfresser) wurde 1858 von dem französischen Entomologen Charles Coquerel geprägt, als er einige Exemplare dieser Spezies von Ärzten bekam, die behaupteten, diese Maden seien mit dem Tod von hunderten Häftlingen des Gefängnisses von Devil's Island assoziiert.

Lucilia

Innerhalb des Genus *Lucilia* existiert auf inter- und intraspezifischer Ebene eine erhebliche Variationsbreite bezüglich des Verhaltens als Myiasis-Errerger (STEVENS & WALL 1997). Laut WALL et al. (1992) ist *Lucilia sericata* der wichtigste Erreger der Schafsmyiasis in Nordeuropa. Die Spezies wurde im 15. Jahrhundert in England erstmals als Ektoparasit beschrieben. Sie verursacht gegenwärtig in über 80 % der Schafzuchtbetriebe Myiasis, wobei von den jährlich 750.000 infestierten Schafen etwa 2 % verenden (FRENCH et al. 1992, FRENCH et al. 1995). Mortalitätsraten bis zu 20-30 % bei mit *L. sericata* infestierten Tieren in verschiedenen Gebieten Europas wurden von LIEBISCH et al. (1983) und MASHKEI (1990) beschrieben.

In Großbritannien, Neuseeland, Australien und Südafrika ist *Lucilia* als Erreger der Schafsmyiasis (engl. „sheep-blowflystrike") von erheblicher ökonomischer Bedeutung für die Woll-Industrie, wobei in den zwei letztgenannten Kontinenten *L. cuprina* als wärmeliebendere Spezies gegenüber *L. sericata* dominiert. In Neuseeland hingegen, wo *L. sericata* vor über 100 Jahren eingeschleppt wurde, entwickelte sie sich rasch als primärer Myiasiserreger bei Schafen (MILLER 1939). In Nord Amerika ist ebenfalls *L. sericata* die bedeutsamste Spezies des Genus *Lucilia* bei Schafsmyiasis (WILLIAMS et al. 1985).

Die Fliegenweibchen (Abb. 4a) werden insbesondere durch Schafe angelockt, deren Wolle durch Schweiß, Urin, Kot und Blut so stark verschmutzt ist, dass schon bakterielle Zersetzungserscheinungen zu beobachten sind (HALL 1995). Die dabei frei werdenden Geruchsstoffe stimulieren die Weibchen zur Eiablage. Die von den Larven abgegebenen Enzyme sowie die als Folge der bakteriellen Reaktionen auftretenden Stoffe lösen die obersten Zellverbände der Schafhaut auf. Es entstehen geringfügige Hautläsionen mit einer starken lymphatischen Sekretion. Diese Sekrete werden von den Larven als Nahrung aufgenommen. Schon vorhandene kleine Hautwunden erleichtern den Larven das Parasitieren. Je stärker der Larvenbefall ist, umso größer sind in der Regel die Wirtsschädigungen, die sich bei den Schafen zunächst in Fressunlust und schlechtem Allgemeinzustand äußern. Zum Tode kommt es in der Folge von umfangreichen Entzündungen, deren Fortschreiten durch hohe Blutkonzentrationen von toxischem Ammoniak erleichtert wird. Die gemessenen hohen Ammoniakwerte korrelierten direkt mit einer erhöhten Anzahl an Larven, mit frühzeitigem Verenden der Tiere, mit Neutropenie, Eosinopenie, Lymphozytopenie und mit starkem Abfall der Serumglobuline (GUERRINI 1997).

In einer prospektiven Beobachtungsstudie mit 45 Fällen von Myiasis beim Menschen in Nord Amerika fand man in der Mehrheit der Fälle *L. sericata* als Erreger, wobei 83 % als einfache Wund-Myiasis (Abb. 4b) in Erscheinung traten (SHERMAN 2000).

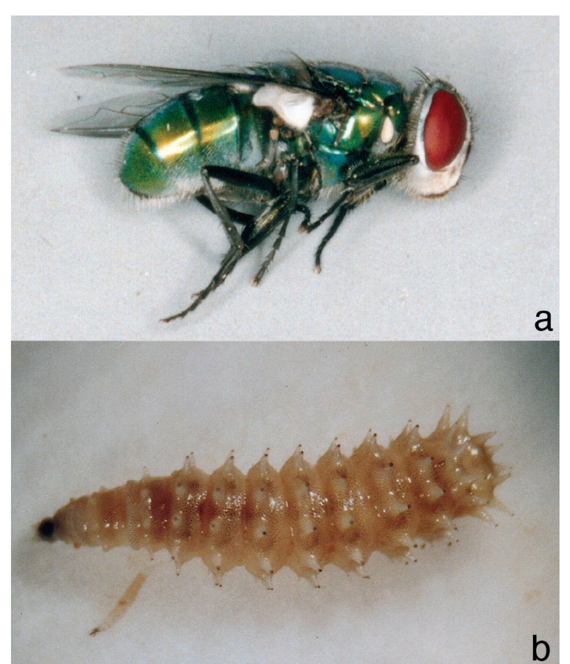


Abb. 5: *Chrysomya albiceps*: (**a**) adulte Fliege, (**b**) auffälliges Aussehen der Larven.

Von den übrigen *Lucilia*-Arten hat nur die Krötengoldfliege (*Lucilia bufonivora*) größere Beachtung gefunden, da deren Larven bei Fröschen und Kröten parasitieren und diese völlig ausfressen. Die Weibchen von *L. bufonivora* legen die Eier an den Nasenöffnungen oder auf der Körperoberfläche ihrer Wirte ab. Die nach kurzer Zeit aus den Eiern schlüpfenden Larven dringen über die Nase oder über andere Körperöffnungen in das Körperinnere der Anuren ein, wo sie sich vom lebenden Gewebe ernähren. Schon nach wenigen Tagen sind die Wirte so stark geschädigt, das sie am Befall zugrunde gehen. Die Art *L. silvarum* ist mit *L. bufonivora* eng verwandt (STEVENS & WALL 1997) und parasitiert vermutlich ebenfalls auf Anuren (SMITH 1986).

Durch ihre omnivore Lebensweise haben die Imagines des Genus *Lucilia* ein großes Potential als Überträger von Krankheitserregern. Ihr Vorhandensein auf Kot und Kadavern (GRASSBERGER & REITER 2001) und auf Nahrungsmitteln sowie ihre regurgitierende, extraintestinale Verdauungsweise lässt ihre Rolle als Vektoren verständlich erscheinen.

Phormia und *Protophormia*

Die zwei morphologisch sehr ähnlichen Fliegenarten *Phormia regina* und *Protophormia terraenovae* sind in Mitteleuropa ausgesprochen häufig anzutreffen und sind wie die meisten Calliphoridae fakultative Erreger von Wundmyiasis. Der Hauptlebensraum ihrer Larven ist Aas. Im Gegensatz zu *Phormia regina* wurden die Larven von *Protophormia terraenovae* bisher ausschließlich als Wundparasiten bei Tieren (Rinder, Schafe) gefunden.

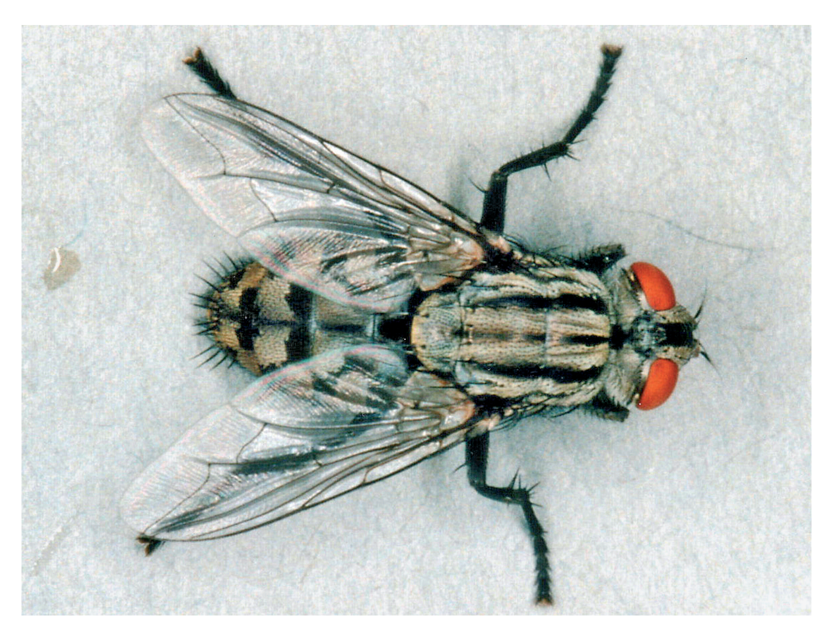


Abb. 6: Die Fleischfliege *Sarcophaga argyrostoma*

Calliphora

Die zwei in Mitteleuropa häufigsten Arten dieser als „Blaue Brummer" bekannten Schmeißfliegengattung sind *Calliphora vicina* und *Calliphora vomitoria*. Die Weibchen fliegen verwesende Kadaver und offene Wunden ebenso wie frische Fleisch- und Wurstwaren zur Eiablage an.

Chrysomya

Der einzige in Europa vorkommende Vertreter dieser Gattung ist *Chrysomya albiceps* (Abb. 5a). Obwohl Indien, Afrika und Südeuropa als Verbreitungsgebiet von *C. albiceps* gelten, wurde diese Art während wärmerer Sommer immer wieder in den gemäßigteren Breiten Mitteleuropas in größerer Zahl angetroffen. Die im Englischen als „hairy maggots" bezeichneten Larven (Abb. 5b) sind sekundäre fakultative Myiasiserreger und wurden bis dato nur bei Tieren gefunden. Die normalerweise auf Aas vorkommenden Larven von *C. albiceps* ernähren sich im zweiten und dritten Larvenstadium auch räuberisch von Larven anderer heimischer Fliegenarten und können einen Kadaver innerhalb kürzester Zeit monopolisieren (GRASSBERGER et al. 2003). Die Auswirkungen dieses aggressiven Verhaltens auf die heimische Fauna sowie die Folgen im Hinblick auf zukünftige Myiasisfälle bleiben abzuwarten.

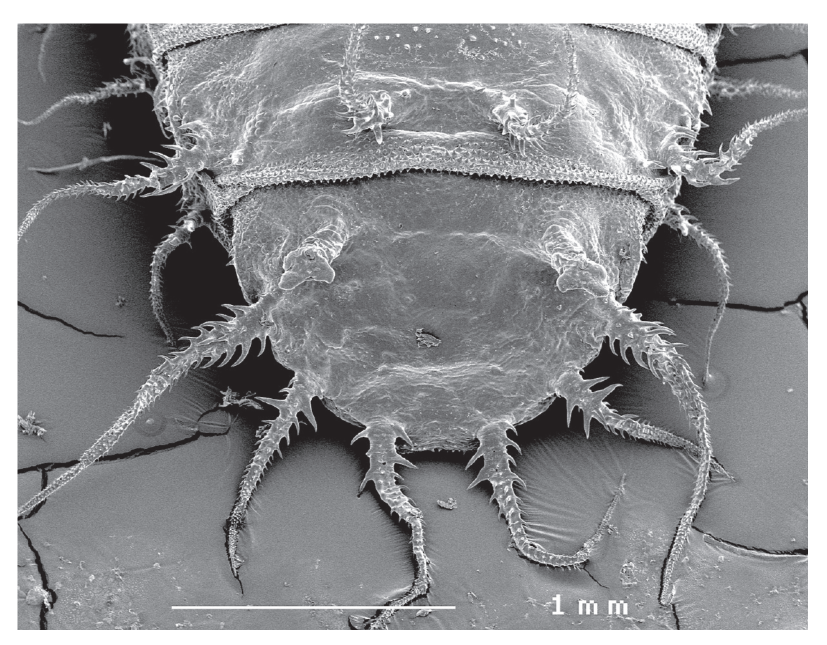


Abb. 7: Hinterer Pol einer Larve der Spezies *Fannia canicularis* (Kleine Stubenfliege). Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme.

Cordylobia

Die in Afrika südlich der Sahara beheimateten Arten dieses Genus, allen voran die Tumbu-Fliege *Cordylobia anthropophaga*, verursachen ähnlich furunkulöse Hauterscheinungen wie *Dermatobia hominis* (Oestridae). Aufgrund des uncharakteristischen klinischen Bildes einer Furunkulose, sollte bei furunkuloiden Knoten an exponierten Körperregionen bei Afrikaurlaubern immer an eine Cordylobiasis gedacht werden (BARDACH & ASPÖCK 1981)

Cochliomyia

Zwei der vier Arten dieses Genus, *Cochliomyia hominivorax* und *C. macellaria* sind Verursacher der Wundmyiasis des Menschen und kommen ebenfalls nur außerhalb Europas vor.

3.2. Sarcophagidae (Fleischfliegen)

In Mitteleuropa existieren rund 150 verschiedene Arten dieser Familie, wovon einige als Myiasiserreger bei Tier und Mensch beschrieben wurden (POVOLNY & VERVES 1997). Die Imagines der Fleischfliegen (Abb. 6) sind bislang durchwegs nur auf genitalmorphologischer Basis voneinander zu unterscheiden. Die kaum unterscheidbaren Larven sind durch die typischerweise in einer Vertiefung liegende hintere Stigmenplatte zu erkennen. Diese Anordnung der hinteren Atemöffnungen gestattet es den Larven auch in tiefere Wunden oder Körperöffnungen vorzudringen.

Fleischfliegen der Gattungen *Sarcophaga* und *Wohlfahrtia* sind larvipar, d.h. die Weibchen setzen bereits lebende Erstlarven mit Vorliebe auf Exkremente und in Zersetzung befindliche tierische und pflanzliche Substanzen ab. Diese Lebensweise gab mehrfach Anlass zur Diagnose einer intestinalen Myiasis, wobei die Larven wahrscheinlich während der Defäkation abgesetzt wurden. Infestationen der Anal- (Rektalmyiasis) und Genitalregion (Vaginalmyiasis) sowie von Wunden sind ebenfalls möglich. *Sarcophaga crassialpis* wurde in Italien

aus einem infestierten Dekubital-Ulkus isoliert (CUTRUPI et al. 1988) und *Sarcophaga argyrostoma* wurde in Österreich als Verursacher von vaginaler Myiasis beschrieben (ASPÖCK & LEODOLTER 1970). *Thyrsocnema incisilobata* wurde von POSPISIL & POVOLNY (1980) als Erreger einer urogenitalen Myiasis gefunden. Die hauptsächlich in Süd-Osteuropa vorkommende Art *Wohlfahrtia magnifica* verursacht vorwiegend Wundmyiasis, Ophthalmomyiasis, aureale und nasopharyngeale Myiasis, die manchmal zu Erblindung und Ertaubung führen kann. *W. magnifica* gilt, speziell in Osteuropa, Israel (BARUCH et al.1982, ZELTSER & LUSTMANN 1988, DROMA et al. 2007) und in Nordafrika (EL KADERY & EL BEGERMY 1989) als Erreger von Myiasis beim Menschen. *W. vigil* (= *W. opaca*) wurde als Verursacher von furunkulärer Myiasis bei Kindern in Nordamerika beschrieben (DEGIUSTI & ZACKHEIM 1963), nicht jedoch in Europa.

3.3. Muscidae (Echte Fliegen)

Die Larven der Muscidae entwickeln sich in einer Vielzahl unterschiedlicher Habitate und ernähren sich generell saprophag, sie können aber auch fakultativ parasitisch leben. Nur wenige Arten sind als Myiasiserreger beim Menschen beschrieben.

Musca domestica (Stubenfliege) kommt weltweit in Assoziation mit menschlichen Siedlungen vor. Sie legt ihre Eier an Substraten wie Exkrementen, Urin und Lebensmitteln ab. Ihre Larven wurden in Fällen von Wund-, Intestinal-, und Urogenitalmyiasis gefunden. Es darf angenommen werden, dass in vielen Fällen Eier und Larven von M. *domestica* versehentlich verschluckt und ohne weitere Beschwerden wieder ausgeschieden werden. Allerdings kam es in einem eher ungewöhnlichen Experiment, bei dem freiwilligen Probanden lebende Larven in Gelatinekapseln oral verabreicht wurden, vielfach zu Darmkrämpfen, Durchfällen und Erbrechen (KENNEY 1945). Die Larven von M. *domestica* und *Muscina stabulans* finden sich regelmäßig bei Fällen von Myiasis, denen eine mit Urin verunreinigte Kleidung zugrunde liegt, z. B. bei verwahrlosten Säuglingen und Kleinkindern sowie bei geriatrischen inkontinenten Patienten. Ohne Zweifel stellen aber auch die Gewohnheit im Sommer nackt zu schlafen oder ausgedehnte Sonnenbäder in Kombination mit Infektionen oder menstruationsbedingten Absonderungen der Genitalregion wichtige prädisponierende Faktoren für einen Befall mit Muscidenlarven dar.

Larven der blutsaugenden Fliegenart *Stomoxys calcitrans* wurden zwar in Fällen von intestinaler Myiasis des Menschen gefunden, doch scheint diese Art in diesem Zusammenhang eher von untergeordneter Bedeutung zu sein.

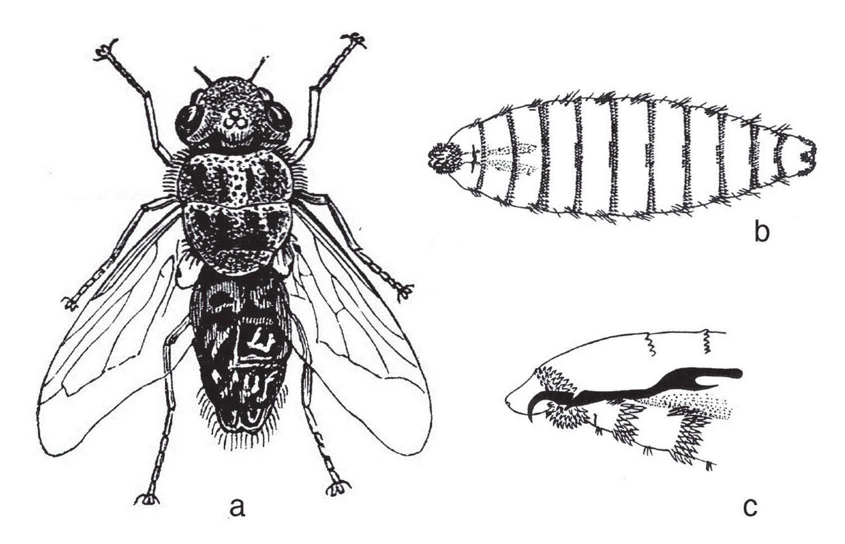


Abb. 8: *Oestrus ovis*: (**a**) Weibliche Fliege, (**b**) Erstlarve in ventraler Ansicht, (**c**) Vorderer Abschnitt der Erstlarve mit Mundhaken und segmentalen Hakenkränzen (**a**: nach TASCHENBERG 1882; **b**, **c**: nach HALL & SMITH 1995).

3.4. Fanniidae (‚Latrinenfliegen')

Die Larven der in Mitteleuropa überaus häufigen Gattung *Fannia* sind von den übrigen Myiasiserregern leicht durch ihre typische Form zu unterscheiden. Die Larven entwickeln sich in der Regel in verschiedenen zerfallenden organischen Materialien, z. B. in verfaulenden Pflanzen, tierischen und menschlichen Exkrementen und Kadavern. Die äußere flache Form der Larven mit ihren Fortsätzen wurde vielfach als Anpassung an eine Lebensweise in semi-liquidem Milieu gedeutet (Abb. 7).

Beim Menschen wurden Fälle von intestinaler, urogenitaler und Wund-Myiasis beschrieben. Besonders *Fannia canicularis*, die „kleine Stubenfliege" kommt durch ihre eng mit dem Menschen vergesellschaftete Lebensweise als Myiasiserreger in Frage, wobei olfaktorische Reize, wie mit Urin verunreinigte Körperstellen oder Kleidung die Fliegen zur Eiablage stimulieren können. Über Fälle von urethraler und rektaler Myiasis durch *F. canicularis* in Österreich wurde bereits ausführlich berichtet (z. B. ASPÖCK 1972b, ASPÖCK et al. 1972).

3.5. Oestridae (Dassel- od. Biesfliegen)

Die Oestridae bilden eine große Familie in der alle Arten obligate Parasiten von Säugetieren sind, wobei der Mensch als Fehl- oder Zwischenwirt (Nebenwirt) in Frage kommt. Bei Befall durch Oestridaelarven können schwere Schäden am Wirtsorganismus auftreten. Die Familie Oestridae wird in vier Unterfamilien (Cuterebrinae, Oestrinae, Hypodermatinae, Gasterophilinae) geteilt, von denen manche Arten in Mitteleuropa eher selten vorkommen und nur der Vollständigkeit halber Erwähnung finden sollen.

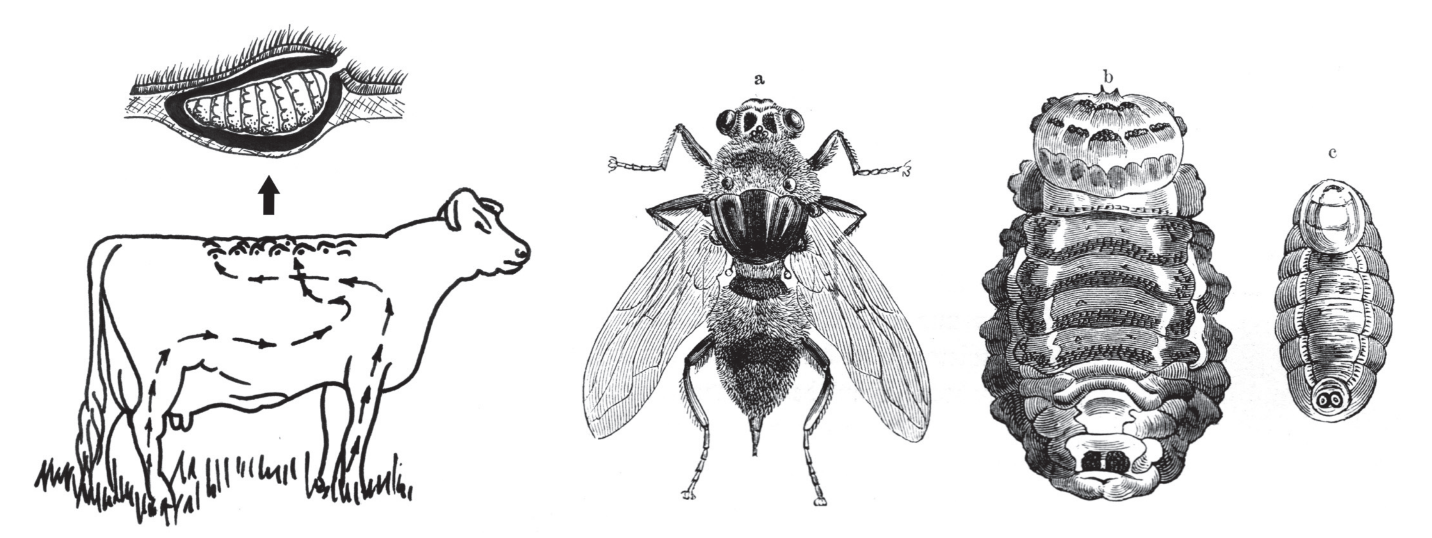


Abb. 9: Die Hautdasselfliege *Hypoderma bovis* und der Befallsweg des Wirtes mit Ausbildung von Dasselbeulen (links: modifiziert nach Broce 1985; rechts: nach Taschenberg 1882).

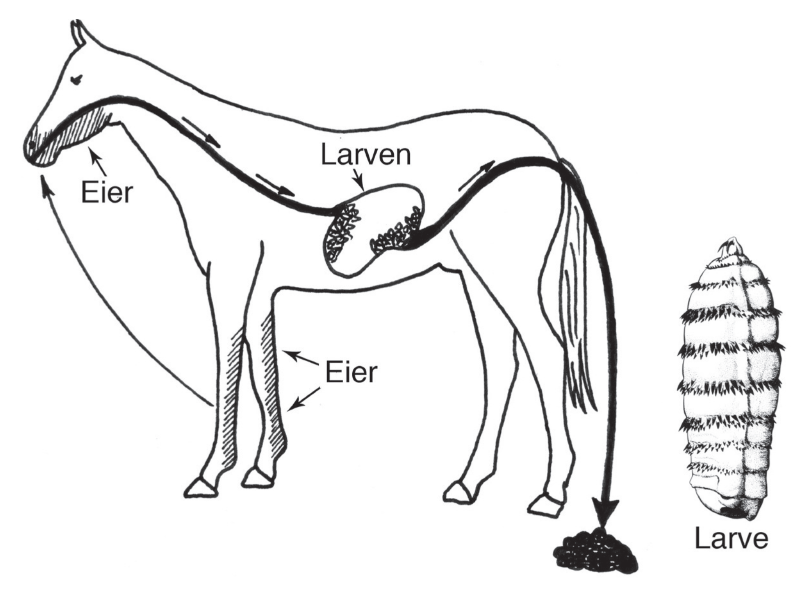


Abb. 10: Befallsweg des Pferdes durch Magendasseln (*Gasterophilus* spp.) (Modifiziert nach Broce 1985).

Cuterebrinae

Die Larven der Familie Cuterebrinae parasitieren hauptsächlich bei Nagetieren (Rodentia) und Hasenartigen (Lagomorpha) in Zentral- und Südamerika. Die Art *Dermatobia hominis* parasitiert neben Rindern und Hunden auch den Menschen (Lawson & Rizzo 2005, Bhandari et al. 2007, Garvin & Singh 2007). Die weibliche Fliege heftet ihre Eier an tagaktive Moskitos und Fliegen. Landen diese am Menschen, so schlüpfen die Larven aufgrund der Körperwärme innerhalb kurzer Zeit und bohren sich in die Haut, wo sie in 6-12 Wochen heranwachsen. Der äußere Aspekt einer solchen Läsion entspricht dem eines Furunkels mit zentraler, punktförmiger Öffnung. Die Larven sind nur schwer zu entfernen und können zu lokalen schmerzhaften oder juckenden Entzündungen führen. In seltenen Fällen kann es zu einer gefährlichen Ophtalmomyiasis kommen, die im schlimmsten Fall mit dem Verlust des Augenlichtes endet. Bei Säuglingen wurde ein Vordringen über die Fontanelle bis in das Hirn beschrieben.

Oestrinae

Die Larven der Unterfamilie Oestrinae entwickeln sich in Nasenhöhlen diverser Säugetiere (Nasendasseln). Die auch in Mitteleuropa heimischen weiblichen Fliegen von *Oestrus ovis* (Abb. 8a) setzen kleine Larven des 1. Stadiums (Abb. 8b, c) an den Nasenlöchern und den Augen von Schafen, Rindern und ausnahmsweise auch des Menschen ab (nasopharyngeale bzw. Ophthalmomyiasis). Im Menschen können sich die Larven zwar nicht über das 1. Larvenstadium hinaus entwickeln, führen aber in manchen Fällen zu einer mehr oder weniger schmerzvollen akuten Konjunktivitis, die bis zu 10 Tage bestehen kann. Die Larven sind aufgrund ihrer Transparenz und geringen Größe im Bindehautsack oft kaum zu sehen und sind nur durch das dunkle Zephalopharyngealskelett erkennbar. Die Erkrankung nimmt meist einen gutartigen Verlauf.

Hypodermatinae

Die Larven der Hypodermatinae (Hautdasseln) sind obligate Parasiten von Säugetieren (Paarhufer, Nagetiere, Hasenartige). Die weiblichen Fliegen heften 300-800 Eier entweder einzeln oder in kleinen Ballen an die Haare des Wirtes. Die geschlüpften Larven penetrieren die Haut und wandern unter dieser während des Heranwachsens bis zum 3. Larvalstadium umher, um am Ende ihrer Entwicklung umschriebene Zysten zu bilden (Dasselbeulen) (Abb. 9). Die Larven von *Hypoderma bovis* und *H. lineatum* können beim Menschen Hautabszesse, maligne Ophtalmomyiasis und schlimmstenfalls intrazerebrale Myiasis verursachen.

Gasterophilinae

Die Fliegen dieser Unterfamilie legen 200 bis 2.500 Eier auf Haut und Haare der Wirte (Pferde) oder an Grashalme. Die Larven werden über die Zunge des Wirtes entweder während der Nahrungsaufnahme oder durch Lecken aufgenommen und entwickeln sich im Verdauungstrakt (Magendasseln). Reife Larven werden mit dem Kot ausgeschieden (Abb. 10).

In Ausnahmefällen werden Menschen (durch die Verbindung mit Pferden) im Gesicht, an den Händen oder am Gesäß von jungen Larven befallen, wo sie in der Haut bis zu zwei Wochen umherwandern und das klinische Bild der migrierenden Myiasis mit starkem Juckreiz verursachen. Die Larven mancher *Gasterophilus* Arten können intakte menschliche Haut problemlos in wenigen Minuten penetrieren.

3.6. Myiasiserreger anderer Familien

Die bis zu 5mm langen Larven der weltweit vorkommenden Familie der Buckelfliegen (Phoridae) wurden in Fällen von intestinaler und urogenitaler bzw. urethraler Myiasis gefunden (MEINHARDT & DISNEY 1989). In unseren Breiten ist *Megaselia scalaris* (Abb. 11) eine der häufigsten Vertreter der Phoridae (MAZYAD & SOLIMAN 2006).

Als weitere Erreger von intestinaler Myiasis kommen Larven bestimmter Arten der Schwebfliegen (Syrphidae), Mottenfliegen (Psychodidae), Essigfliegen (Drosophilidae) und Käsefliegen (Piophilidae) in Betracht (AYDIN et al. 2006). Die Larven der weltweit vorkommenden Spezies *Piophila casei* (Diptera: Piophilidae) sind als Nahrungsmittelschädlinge auf Speck und Käse zu finden und können mit diesen Produkten irrtümlich verschluckt werden. *Piophila*-Larven können offensichtlich die Magen-Darm Passage unversehrt überstehen und auf ihrem Weg relevante Schleimhautschäden verursachen (HALL & SMITH 1995). Ein typisches Erkennungsmerkmal dieser Larven ist ihre springende Fortbewegungsweise bei Flucht, wobei Sprünge von 10-20 cm Höhe keine Seltenheit sind (engl.: „cheese-skippers").

4. Therapie der Myiasis

Das Ziel jeder Behandlung ist die Entfernung der Larven. Im Falle der furunkulären Myiasis wird die Wunde z. B. durch Paraffin luftdicht abgedeckt, um anschließend die wegen des Sauerstoffmangels hervortretende Larve mit einer Pinzette unter leichtem Druck vorsichtig zu entfernen. Man darf dabei nicht übersehen, dass sich die Larven mit ihren vielen rückwärts gerichteten chitinösen Hakenkränzen sehr fest in ihrer Höhle verankern können. Eine andere Methode ist das Auflegen eines Speckstreifens. Die Larve kriecht nach

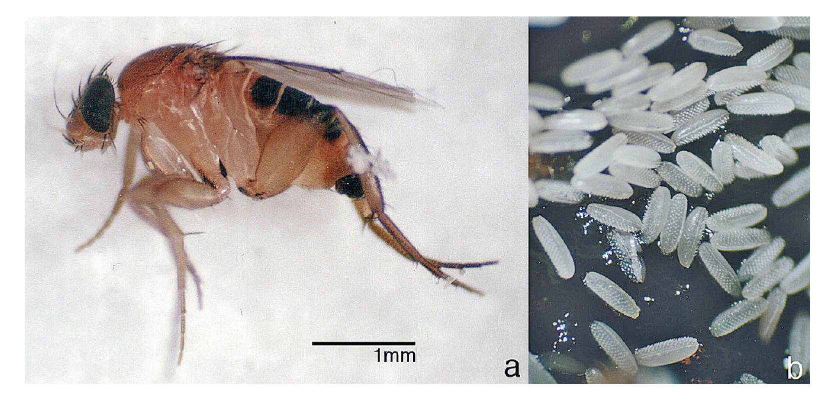


Abb. 11: Die Buckelfliege *Megaselia scalaris*: (**a**) Imago, (**b**) Eier.

einiger Zeit ebenfalls durch Sauerstoffmangel getrieben aus der Läsion in den Speck. Bei der Wundmyiasis werden die Larven sorgfältig mit einer Pinzette entfernt. Wenn die Larven tief in Körperöffnungen eingedrungen sind (HNO-Bereich, Augen, Urogenitalbereich, Rektum) müssen sie ebenfalls mit Pinzette oder Endoskop entfernt werden. Die Entfernung kann häufig erleichtert werden indem die Larven vorher durch einen mit Wasser oder Öl herbeigeführten Sauerstoffmangel an die Oberfläche gezwungen werden. Bei Fällen von Ophthalmomyiasis interna kann gegebenenfalls eine Vitrektomie oder eine Behandlung durch Laser-Koagulation nötig werden (GROH et al. 1998).

Lokal desinfizierende Maßnahmen, Antibiotika bei septischen Erscheinungen sowie Aufbaumaßnahmen bei reduziertem Allgemeinzustand sind weitere therapeutische Schritte. Wirksame Chemotherapeutika gegen Myiasis gibt es derzeit nicht. Ziel der Prävention ist es, die Quelle der Larven, die weiblichen Fliegen, mit geeigneten Maßnahmen zu kontrollieren. Selbstverständlich sollte bei Personen mit erhöhtem Risiko (Tropenurlauber, Kranke, Verletzte, Säuglinge und Kleinkinder, physisch oder psychisch Behinderte usw.) während der Zeit erhöhtem Fliegen-Vorkommens der Expositionsprophylaxe große Bedeutung zukommen. Dies geschieht durch geeignete Kleidung, entsprechende Hygiene, vermehrte Aufmerksamkeit sowie durch den Einbau von Fliegengittern in Kranken- und Kinderzimmer.

4.1. Asservierung und Konservierung von Larven

Zur sicheren Erfassung dieser in Mitteleuropa eher seltenen Parasitosen sollten insbesondere deren Erreger, die Larven, einer exakten Bestimmung zugeführt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse führen zu einem besseren Verständnis der Verbreitung dieser Erkrankungsform und liefern wichtige Hinweise auf den nosologischen Verlauf. Beim Auftreten einer Myiasis sind deshalb die Larven entweder mit heißem Wasser abzutöten und in 70 % Ethanol zu konservieren oder auf einem

geeigneten Zuchtmedium (z. B. Leber oder Kot) bis zum Imaginalstadium weiterzuzüchten. Da die Bestimmung der Entwicklungsstadien teilweise sehr schwierig ist, sollten die gefundenen Larven oder zumindest einige davon bis zur Imago gezüchtet werden. Die genaue Determination kann und soll nur von einem Spezialisten durchgeführt werden. DNA-Analytische Methoden können hier unterstützend zu Rate gezogen werden (DE AZEREDO-ESPIN & LESSINGER 2006, NELSON et al. 2007).

5. ‚Kontrollierte', benigne Myiasis

Das Konzept der Wundtherapie mit Fliegenlarven entstand aus den Beobachtungen der positiven Effekte, die Maden in den Wunden von verletzten Soldaten hatten (GRASSBERGER 2002). Im Grunde entspricht die sog. Madentherapie daher einer sorgfältig kontrollierten, künstlich induzierten Myiasis. Der Arzt versucht dabei, die positiven Effekte der Maden in nekrotischem Gewebe (benigne Myiasis) auszunützen und die potentiell negativen Effekte auf gesundes Gewebe (maligne Myiasis) zu verhindern.

Negative Effekte können vor allem durch die Auswahl einer Fliegenart, deren Larven bevorzugt lebendes Gewebe angreifen, oder durch die Verwendung einer zu großen Anzahl von Larven auftreten. In letzterem Fall kann ein Risiko für gesundes Gewebe entstehen, wenn das gesamte nekrotische Gewebe verdaut wurde, ehe die Maden entfernt werden. Die großen Mengen an proteolytischen Verdauungssekreten der Larven können in Fällen, wo das „gesunde Gewebe" eine Art „vita minima" führt (z. B. bei Durchblutungsstörungen), zu Gewebsschädigungen führen (FLEISCHMANN et al. 2004).

‚Kontrollierte' versus ‚unkontrollierte' Myiasis

Fälle von unkontrollierter Myiasis durch fakultativ parasitische Arten betreffen hauptsächlich Säuglinge und Kleinkinder, ältere, physisch oder psychisch behinderte und verwahrloste Personen. Das vernünftigste Verfahren in solchen Fällen besteht in der Entfernung der Larven, um etwaigen Gewebsschäden und Infektionen vorzubeugen, selbst wenn die Larven zu einer der therapeutisch brauchbaren (harmlosen, nichtinvasiven) Arten gehören. Es wurde häufig beklagt, dass bei natürlich vorkommenden Infestationen mit Fliegenlarven der therapeutische Effekt verloren ging, als die Maden entfernt wurden (REAMES et al. 1988). Auf jeden Fall handelt es sich bei einer natürlich vorkommenden Infestation um eine unkontrollierte Myiasis, welche aus grundsätzlichen Überlegungen unterbunden werden sollte.

6. Zusammenfassung

Myiasis oder Fliegenmadenkrankheit ist definiert als die Infestation lebender Menschen und Wirbeltiere durch Dipterenlarven, welche sich, zumindest für einen bestimmten Zeitraum, von abgestorbenem oder lebendem Gewebe, von Körperflüssigkeiten oder von aufgenommener Nahrung des Wirts ernähren. Der Larvenbefall kann verschiedene Organe des Menschen bzw. Wirtes (Veterinärmedizin) betreffen. In Mitteleuropa werden als häufigste Myiasisformen beim Menschen die Ophthalmomyiasis, die Urogenitalmyiasis, die Intestinalmyiasis und die Wundmyiasis beobachtet. Als Erreger dieser Parasitosen können mehrere Dipterenarten aus verschiedenen heimischen Familien (im wesentlichen Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae und Oestridae) in Frage kommen. Das Ziel jeder Therapie ist die Entfernung der Larven in Kombination mit desinfizierenden Maßnahmen sowie ggf. Antibiotikagabe. Zur sicheren Erfassung dieser in Mitteleuropa eher seltenen Parasitosen sollten insbesondere deren Erreger, die Larven, einer exakten Bestimmung zugeführt werden. Das Konzept der Wundtherapie mit Fliegenlarven (sog. „Madentherapie") entstand aus den Beobachtungen der positiven Effekte, die Maden in den Wunden von verletzten Soldaten hatten und erfährt derzeit ein erstaunliches Comeback.

7. Literatur

ASPÖCK H. (1970): Myiasis. — Österreichische Ärztezeitung **14**.

ASPÖCK H. (1972a): Urethrale Myiasis durch *Muscina stabulans* (FALLÉN). — Zentralblatt für Bakteriologie und Hygiene, I Abt Orig A; **221**: 352-356.

ASPÖCK H. (1972b): Rektale Myiasis durch *Fannia canicularis* (LINNÉ) und *Muscina stabulans* (FALLÉN). — Deutsche Medizinische Wochenschrift. **97**: 1174-1175.

ASPÖCK H. & I. LEODOLTER (1970): Vaginale Myiasis durch *Sarcophaga argyrostoma* (ROB.-DESVOIDY). — Wiener Klinische Wochenschrift. **82**: 518-521.

ASPÖCK H., BURKERT S. & A. REICHMAN (1972): Urethrale Myiasis durch *Fannia canicularis* (L.). — Wiener Klinische Wochenschrift. **84**: 280-281.

AYDIN E., UYSAL S., AKKUZU B. & F. CAN (2006): Nasal myiasis by fruit fly larvae: A case report. — European Archive of Oto-Rhino-Laryngology **263**: 1142-1143.

BARDACH H. & H. ASPÖCK (1981): Furunkuloide Myiasis durch *Cordylobia anthropophaga* – Fallbeobachtung bei einem Afrikaurlauber und Überblick der Literatur. — Zeitschrift für Hautkrankheiten **56**: 216-220.

BARUCH E., GODEL V., LAZAR M., GOLD D. & J. LENGEY (1982): Severe external ophthalmomyiasis due to larvae of *Wohlfahrtia* sp. — Israel Journal of Medical Sciences **18**: 815-816.

BHANDARI R., JANOS D.P. & P. SINNIS (2007): Furuncular myiasis caused by *Dermatobia hominis* in a returning traveler. — American Journal of Tropical Medicine and Hygiene **76**: 598-599.

BISDORFF B. & R. WALL (2006): Blowfly strike prevalence in domestic rabbits in southwest England and Wales. — Veterinary Parasitology **141**: 150-155.

BROCE A.B. (1985): Myiasis producing Flies. — In: WILLIAMS R.E., HALL R.D., BROCE A.B. & P.J. SCHOLL (eds), Livestock Entomology. John Wiley and Sons, New York.

CESTARI T.F., PESSATO S. & M. RAMOS-E-SILVA (2007): Tungiasis and myiasis. — Clinics in Dermatology **25** (2): 158-64.

CUTRUPI V., LOVISI A., BERNARDI A. & A. MEGGIO (1988): Miasi, considerazioni su di un caso. — Rivista Parasitologica **3**: 185-88.

DA SILVA B.B., BORGES U.S. & I.C.C. PIMENTEL (2005): Human vaginal myiasis caused by *Cochliomyia hominivorax*. — International Journal of Gynecology and Obstetrics **89**: 152-153.

DE AZEREDO-ESPIN A.M.L. & A.C. LESSINGER (2006): Genetic approaches for studying myiasis-causing flies: Molecular markers and mitochondrial genomics. — Genetica **126**: 111-131.

DEGIUSTI D.L. & H. ZACKHEIM (1963): A first report of *Wohlfahrtia vigil* (WALKER) myiasis in man in Michigan. — Journal of the American Medical Association **184**: 782-783.

DROMA E.B., WILAMOWSKI A., SCHNUR H., YAROM N., SCHEUER E. & E. SCHWARTZ (2007): Oral myiasis: A case report and literature review. — Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontics **103**: 92-96.

EL KADERY A. & M.A. EL BEGERMY (1989): Aural myiasis caused by *Wohlfartia magnifica*. — Journal of the Egyptian Society of Parasitology **19**: 751-53.

FLEISCHMANN W., GRASSBERGER M. & R.A. SHERMAN (2004): Maggot Therapy – A Handbook of Maggot-Assisted Wound Healing. — Thieme International, New York.

FÖRSTER M., KLIMPEL S., MEHLHORN H., SIEVERT K., MESSLER S. & K. PFEFFER (2007): Pilot study on synanthropic flies (e.g. *Musca*, *Sarcophaga*, *Calliphora*, *Fannia*, *Lucilia*, *Stomoxys*) as vectors of pathogenic microorganisms. — Parasitology Research **101**: 243-246.

FRENCH N.P., WALL R. & K.L. MORGAN (1995): The seasonal pattern of sheep blowfly strike in England and Wales. — Medical and Veterinary Entomology **9**: 1-8.

FRENCH N.P., WALL R., CRIPPS P.J. & K.L. MORGAN (1992): Prevalence, regional distribution and control of blowfly strike in England and Wales. — Veterinary Record **131**: 337-342.

GARVIN K.W. & V. SINGH (2007): Case report: Cutaneous myiasis caused by *Dermatobia hominis*, the human botfly. — Travel Medicine and Infectious Diseases **5**: 199-201.

GRACZYK T.K., KNIGHT R., GILMAN R.H. & M.R. CRANFIELD (2001): The role of non-biting flies in the epidemiology of human infectious diseases. — Microbes and Infection **3**: 231-235.

GRAMMER J., ERB C., KAMIN G., WILD M., RIEDINGER C., KOSMIDIS P., PLEYER U. & H.J. THIEL (1995): Ophthalmomyiasis externa due to the sheep botfly *Oestrus ovis* (Diptera: Oestridae) in southwest Germany. — German Journal of Ophthalmology **4**: 188-195.

GRASSBERGER M. (2002): Ein historischer Rückblick auf den therapeutischen Einsaz von Fliegenlarven. NTM — International Journal of History and Ethics of Natural Sciences, Technology and Medicine **10**: 13-24.

GRASSBERGER M. & C. REITER (2001): Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen- and isomorphen-diagram. — Forensic Science International **120**: 32-36.

GRASSBERGER M., FRIEDRICH E. & C. REITER (2003): The blowfly *Chrysomya albiceps* (WIEDEMANN) (Diptera: Calliphoridae) as a new forensic indicator in Central Europe. — International Journal of Legal Medicine **117**: 75-81.

GREENBERG B. (1971): Flies and Disease, Volume I, Ecology, Classification, and Biotic Associations. — Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

GREENBERG B. (1973): Flies and Diseases. Volume II. Biology and disease transmission. — Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

GROH M.J.M., JÜNEMAN A. & R. ZILCH (1998): Ophtalmomyiasis externa durch *Oestrus ovis* in Franken. — Klinische Monatsblätter der Augenheilkunde **213**: 60-62.

GUERRINI V.H. (1997): Excretion of ammonia by *Lucilia cuprina* larvae suppresses immunity in sheep. — Veterinary Immunology and Immunpathology **56** (3-4): 311-317.

HALL M.J. & K.G. SMITH (1995): Diptera causing myiasis in man. — In: LANE R.P. & R.W. CROSSKEY (eds), Medical Insects and Arachnids. Chapman and Hall, London, pp 429-469.

HALL M.J.R. (1995): Trapping the flies that cause myiasis: their responses to host stimuli. — Annals of Tropical Medicine and Parasitology **89**: 333-357.

HEUKELBACH J., WALTON S.F. & H. FELDMEIER (2005): Ectoparasitic infestations. — Current Infectious Disease Reports **7**: 373-380.

HOGSETTE J.A. & R. FARKAS (2000): Secretophagus and haematophagus higher Diptera. Manual of Palearctic Diptera, Vol. I. 769-792. — In: PAPP L. & B. DARVAS (eds), Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera. Science Herald, Budapest.

HUISMANS H. (1981): Arthropoden, Dipterenlarven. — In: Tierische Parasiten des menschlichen Auges. Bücherei des Augenarztes, Enkeverlag **80**: 208-217.

KENNEY M. (1945): Experimental intestinal Myiasis in man. — Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine **60**: 235-237.

LAWSON R.D. & M. RIZZO (2005): Digital infestation with the human bot fly. — Journal of Hand Surgery **30**: 490-491.

LEE H.L., KRISHNASAMY M. & J. JEFFERY (2005): A case of human nasopharyngeal myiasis caused by *Chrysomya bezziana villeneuve*, 1914 (Diptera: Calliphoridae) in Malaysia. — Tropical Biomedicine **22**: 87-88.

LIEBISCH A., FROEHNER H. & D. ELGER (1983): Myiasis in sheep caused by *L. sericata* – an approaching problem. — Tierärztliche Umschau **38**: 747.

LOEWEN U. (1976): Die Ophthalmomyiasis. — Klinische Monatsblätter der Augenheilkunde **169**: 119.

LUPI O. (2003): Could ectoparasites act as vectors for prion diseases? — International Journal of Dermatology **42**: 425-429.

LUPI O. (2006): Myiasis as a risk factor for prion diseases in humans. — Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology **20**: 1037-1045.

MASHKEI I.A. (1990): *Lucilia* myiasis among sheep in the wooded and steppe zones of the Ukraine. — Veterinariya Kiev **65**: 48-51.

MAZYAD S.A. & M. SOLIMAN (2006): Biological and ecological studies on the myiasis producing larvae of *Megaselia scalaris* with special morphology by scanning electron microscopy. — Journal of the Egyptian Society of Parasitology **36**: 585-597.

MEINHARDT W. & R.H. DISNEY (1989): Urogenital myiasis caused by scuttle fly larvae (Diptera: Phoridae). — British Journal of Urology **64** (5): 547-548.

MILLER D. (1939): Sheep maggot-fly problem. New Zealand survey 1937-1938. — New Zealand Journal of Science and Technology **21**: 240-244.

NELSON L.A., WALLMAN J.F. & M. DOWTON (2007): Using COI barcodes to identify forensically and medically important blowflies. — Medical and Veterinary Entomology **21**: 44-52.

OLSEN A.R. (1998): Regulatory action criteria for filth and other extraneous materials. III. Review of flies and foodborne enteric disease. — Regulatory Toxicology and Pharmacology **28**: 199-211.

POSPISIL L. & D. POVOLNY (1980): Ein einwandfreier Nachweis der urogenitalen Myiasis in Mitteleuropa, verursacht von der Fleischfliege *Thyrsocnema incisilobata* (PANDELLE, 1896) (Diptera, Sarcophagidae). — Zentralblatt für Bakteriologie A **247** (3): 418-423.

POVOLNY D. & Y. VERVES (1997): The Flesh-Flies of Central Europe (Insecta, Diptera, Sarcophagidae). — Spixiana; Suppl. **24**: 217-218.

REAMES M.K., CHRISTENSEN C. & E.A. LUCE (1988): The use of maggots in wound debridement. — Annals of Plastic Surgery **21** (4): 388-391.

SHERMAN R.A. (2000): Wound Myiasis in Urban and Suburban United States. — Archives of Internal Medicine **160**: 2004-2014.

SMITH K.G.V. (1986): A Manual of Forensic Entomology. — London, Ithaca, British Museum of Natural History, Cornell Univ. Press. pp 205.

STEVENS J. & R. WALL (1997): The Evoloution of Ectoparasitism in the Genus *Lucilia* (Diptera: Calliphoridae). — International Journal of Parasitology **27** (1): 51-59.

STEVENS J.R. & J.F. WALLMAN (2006): The evolution of myiasis in humans and other animals in the Old and New Worlds (part I): phylogenetic analyses. — Trends in Parasitology **22**: 129-36.

STEVENS J.R., WALLMAN J.F., OTRANTO D., WALL R. & T. PAPE (2006): The evolution of myiasis in humans and other animals in the old and new worlds (part II): Biological and life-history studies. — Trends in Parasitology **22**: 181-188.

TASCHENBERG E.L. (1884): Brehms Thierleben, Band 9: Die Insekten, Tausendfüßler und Spinnen. — Verlag des Bibliographischen Instituts, Leipzig.

WALL R. (2007): Ectoparasites: Future challenges in a changing world. — Veterinary Parasitology **148**: 62-74.

WALL R., FRENCH N. & K. MORGAN (1992): Blowfly species composition in sheep myiasis in Britain. — Medical and Veterinary Entomology **6**: 177-178.

WILLIAMS R.E., HALL R.D., BROCE A.B. & P.J. SCHOLL (1985): Livestock Entomology. — John Wiley, New York.

WÖLFELSCHNEIDER P. & P. WIEDEMANN (1996): Ophthalmomyiasis externa durch *Oestrus ovis* (Schafs- und Ziegenbremse). — Klinische Monatsblätter der Augenheilkunde **209**: 256-258.

ZELTSER R. & J. LUSTMANN (1988): Oral myiasis. — International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery **17**: 288-89.

ZUMPT F. (1965): Myiasis in man and animals in the Old World: a textbook for physicians, veterinarians and zoologists. — Butterworths, London.

Anschriften der Verfasser:

Priv.-Doz. Dr. med. Dr. rer. nat. Martin GRASSBERGER
Institut für Pathologie und Mikrobiologie
Krankenanstalt Rudolfstiftung
Juchgasse 25
A-1030 Wien
E-Mail: martin.grassberger@wienkav.at

Dr. phil. nat. Jens AMENDT
Zentrum der Rechtsmedizin
Forensische Biologie/Entomologie
Kennedyallee 104
D-60596 Frankfurt am Main
E-Mail: amendt@em.uni-frankfurt.de